Aus dem Anatomischen Institut in Giessen.

DAS
ELASTISCHE GEWEBE DES PERIOSTS
UND
DER KNOCHEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

GROSSHERZOGLICH HESSISCHEN LUDWIGS-UNIVERSITÄT GIESSEN

VORGELEGT VON

KARL SCHULZ,
APPROB. ARZT AUS ISERLOHN.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1895.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Soeben erschien:

Lehrbuch

der

Histologie des Menschen

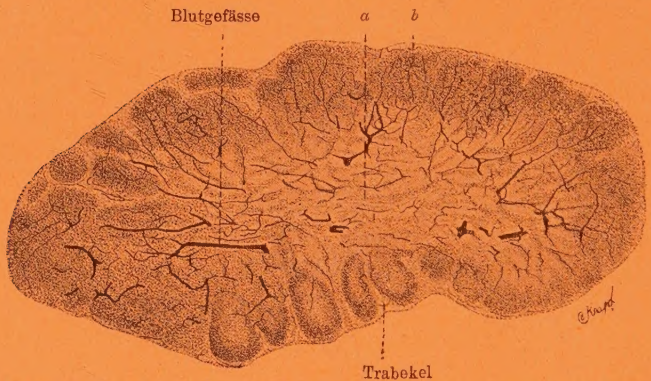
einschliesslich der

mikroskopischen Technik

von

A. A. Böhm und **M. von Davidoff**
Prosektor vormals Assistent
am Anatomischen Institut zu München.

Mit 246 Abbildungen Preis M. 7.—, geb. M. 8.—.



Schnitt durch eine mesenteriale Lymphdrüse einer Katze mit injicirten Blutgefässen. 50 mal vergr.
a Marksubstanz; *b* Rindensubstanz mit Rindenknoten.

Die Autoren waren bestrebt in diesem Lehrbuche das umfangreiche Material auf Grund eigener Erfahrungen zu sichten und dasselbe in möglichst knapper Form dem Studirenden vorzuführen. Die Abbildungen sind grösstentheils Originale und sind Präparaten entnommen, welche die reichhaltige histologische Sammlung zu München zu diesem Zwecke den Verfassern zur Verfügung stellte.

Trotz der Kürze des Ganzen ist dem Studirenden die Möglichkeit gegeben, sich in das Studium der Histologie noch weiter zu vertiefen, da jedes Kapitel Verweise auf ein sorgfältig ausgeführtes Litteraturverzeichniss hat.

Dem ganzen Unternehmen hat Herr Professor Dr. von Kupffer hilfreiche Hand geboten.

Aus dem Anatomischen Institut in Giessen.

DAS ELASTISCHE GEWEBE DES PERIOSTS UND DER KNOCHEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

GROSSHERZOGLICH HESSISCHEN LUDWIGS-UNIVERSITÄT GIESSEN

VORGELEGT VON

KARL SCHULZ,
APPROB. ARZT AUS ISERLOHN.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1895.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41538110_0024

Trotz vieler und zum Teil klassischer Arbeiten über den feineren Bau des Knochens stösst man beim Durchblättern der einschlägigen Arbeiten von Sharpey (1), Müller (2), Gegenbaur (3), v. Ebner (4), v. Kölliker (5), Rollet (6), Schäffer (7) und anderen doch noch auf Punkte, die bei der von Tag zu Tag sich vervollkommenden Technik einer Bestättigung oder Revision bedürftig sind.

Der Umstand, dass das Vorkommen elastischer Fasern im Röhrenknochen des Erwachsenen zuerst von H. Müller (2) verzeichnet, dann von v. Ebner (4) und v. Kölliker (5), ebenso wie von E. A. Schäffer (7) bestätigt worden ist, während das Vorkommen elastischer Elemente im Knochen des Neugeborenen einstimmig verneint wird, fordert umsomehr zu einer systematischen Untersuchung in dieser Richtung auf, als wir in dem durch Tänzer-Unna in die histologische Technik eingeführten Orcein-Farbstoff ein Reagenz auf elastisches Gewebe kennen gelernt haben, von welchem jeder, der sich desselben bedient hat, zugeben muss, dass es alle die bisherigen, bekannten Methoden zum Nachweis elastischer Fasern, wie die Anwendung von Essigsäure, Kalilauge, Pikrokarmin, Fuchsin, Magenta und Safranin etc. etc. weit übertrifft.

Das Studium der Litteratur, welche das Vorkommen elastischer Elemente im Knochen behandelt, ergiebt folgendes.

Die älteste Arbeit, in der überhaupt die elastischen Fasern im Knochen erwähnt werden, ist die von Heinrich Müller (2): „Über Sharpeys durchbohrende Fasern im Knochen."

Dieser Autor erkannte einen Teil der bis dahin als Sharpeys Fasern beschriebenen Gebilde als aus elastischen Elementen bestehend. Zum Nachweise derselben bediente er sich der Essigsäure, der Salpetersäure und des kaustischen Kalis. Müller fand diese elastischen Fasern in frischen und in macerierten Knochen, die er mit obigen Reagentien behandelte, und giebt, ohne sich über die genauere Lage der Fasern auszulassen an, dass dieselben eigentümlich gewunden verlaufen, sich teilen, unter einander anastomosieren und manchmal sogar kleine Maschennetze bilden. Es gelang ihm auch, an ganz frischen Präparaten den Zusammenhang dieser elastischen Fasern mit denen des Periostes nachzuweisen. An manchen seiner Objekte machten die elastischen Fasern nur die Achse von Sharpeyschen Fasern aus.

Nach ihm beschreibt zuerst Gegenbaur (3), indem er auf diese eben citierten Angaben Müllers zurückkommt, wieder die elastischen Fasern, glaubt aber, wie er selbst angiebt, ohne eingehendere Untersuchungen gemacht zu haben, der Ansicht Müllers nicht völlig beipflichten zu können, da er nach seinen Versuchen allerdings eine gewisse Widerstandsfähigkeit der betreffenden Fasern gegen Säuren und Alkalien fand, jedoch nicht in dem Grade, wie bei elastischen Fasern. Dabei betont Gegenbaur aber ausdrücklich, dass er seine Versuche den Angaben Müllers nicht entgegenstellen will.

Acht Jahre nach dem Erscheinen dieser Arbeit hat dann v. Ebner (4) in seiner Monographie „Über den feineren Bau der Knochensubstanz" eingehender die elastischen Fasern des Knochens behandelt. Er zeigte, dass durch Erwärmung mit Natronlauge bis zum Kochen auf dem Objektträger, wodurch die Sharpeyschen Fasern samt Knochenlamellen und Knochen-

körperchen verschwinden, wirkliche elastische Fasern im Knochen nachzuweisen sind. Nach ihm finden sich dieselben als ein ziemlich dichtes Netzwerk in den Knochenschichten dicht unter dem Periost und weniger zahlreich in den Haversschen Lamellen. Die Fasern haben durchaus einen Verlauf, der der Längsrichtung des Knochens parallel ist, nur in der oberflächlichsten Schicht biegen sie direkt ins Periost um. Um sich nun über die genauere Lage der elastischen Fasern, die ja durch die Kochmethode mit Natronlauge nicht sicher zu bestimmen war, zu vergewissern, färbte er Schnitte 24—28 Stunden lang in einer sehr verdünnten Fuchsinlösung, die, wie er bei einer früheren Arbeit über den feineren Bau der Aorta sich überzeugt hatte, ein untrügliches Mittel zur Erkennung von elastischen Fasern sei. Und so fand er auch, dass die elastischen Fasern sich von dem sonst schwach rötlich gefärbten Knochengewebe durch intensiv rote Färbung abheben. Hierdurch sieht er seinen obigen Befund vollständig bewiesen, nämlich, dass elastische Fasern in grosser Anzahl unter der Oberfläche, weniger zahlreich aber, und hier nicht immer, an den inneren Lamellen der Röhrenknochen vorhanden sind. Dabei betont v. Ebner, im Gegensatz zu H. Müller, dass die Sharpeyschen Fasern nicht als elastische Fasern angesehen werden dürfen.

Die elastischen Fasern konnte v. Ebner nur im Knochen Erwachsener und auch hier nur an Röhrenknochen (Tibia, Phalangen), nicht an den platten Schädelknochen nachweisen. Im jugendlichen Knochen gelang es ihm niemals, elastische Elemente aufzufinden.

In demselben Jahre erschienen die Recherches anatomiques sur le tissue élastique des os von J. Rénaut (8). Dieser Forscher glaubte auf Grund des Befundes, dass in homologen Stücken von langen Knochen ein und desselben Säugetieres nicht immer elastische Fasern zu finden waren, annehmen zu müssen, dass der Säugetierknochen kein geeignetes Objekt für

die Untersuchung auf elastische Fasern seien, und fand dann in den langen Knochen der Vögel, von denen er Huhn und Truthahn benutzte, ein geeignetes Objekt.

Er entkalkte die Knochen mit Pikrinsäure, färbte sie mit ammoniakalischem Pikrokarmin und fand dann, dass bei dunkelroter Färbung der Knochenkörperchen und blassrosenroter Färbung der übrigen Knochensubstanz sich die elastischen Fasern lebhaft gelb glänzend färbten. Er sah so, dass die elastischen Fasern in der Längsrichtung des Knochens verlaufen und besonders reichlich in einer 1—2 mm dicken peripheren Zone entwickelt sind. Besonders deutlich gelang diese Färbung an Längsschnitten und konnte noch deutlicher gemacht werden dadurch, dass er die Präparate in Glycerin einlegte, dem er Essigsäure oder 1 % Ameisensäure zusetzte, wodurch die Fasern in ihrer ganzen Länge lebhafter gelb gefärbt und sehr stark lichtbrechend erschienen. Setzte Rénaut den Präparaten 40 % Pottasche zu, so wurden diese Fasern zum Zeichen ihrer elastischen Eigenschaft nicht zerstört. Bei genauerer Betrachtung kam er zu dem Resultat, dass die elastischen Fasern die dickeren längsverlaufenden Sharpeyschen Fasern nach Art eines Netzes umspinnen, indem sie häufig unter einander anastomosieren und sich teilen. Des weiteren gelang es Rénaut, diese Fasern in Knochen, die er langsam entkalkt hatte, durch Zerzupfen mit Nadeln zu isolieren, und sie nach optischen und mikrochemischen Reaktionen mit aller Bestimmtheit als elastische anzusprechen.

E. A. Schäffer (7) giebt in seiner Arbeit: „Notes on the structure and developement of osseous tissue“ eine andere Methode an, die elastischen Fasern des Knochens in situ darzustellen. Er färbte Schnitte von entkalktem Knochen in einer dünnen Lösung von Magentarot in Glycerin und Wasser, wobei er die Verdunstung des Wassers verhindern musste, da konzentriertes Glycerin die Färbung wieder auflöst. Eine Färbung mit alkoholischer Magentalösung erwies sich als erfolglos.

Färbte er nach der oben angegebenen Methode, so fand er, dass sich die elastischen Fasern durch ihre dunkelrote Farbe von dem übrigen, rosaroten Gewebe gut abhoben, wodurch er sich leicht über ihre Lage informieren konnte. Er sah, dass sie an Zahl nach verschiedenen Orten beträchtlich wechselten, und in manchen Schnitten gar nicht zu finden waren; dass sie bald einzeln, bald in Gruppen verliefen, dass sie die äusseren Grund- und die Interstitiallamellen durchbohrten niemals aber die Haversschen Lamellen und dass sie oft mit denen des Periostes in Verbindung standen. Wie die elastischen Fasern des Bindegewebes häufig sich untereinander verbinden, so fand er, dass auch die des Knochens häufig anastomosieren und Netze bilden. Sie verlaufen jedoch nicht, wie diese, immer gerade, sondern manchmal auch wellig, oft ganz irregulär, eigenartig gewunden und gedreht.

Die neueste und meines Wissens letzte Arbeit über Knochenbau, in welcher die elastischen Fasern abgehandelt werden, ist die von v. Kölliker (5): „Der feinere Bau des Knochengewebes.“ Dieser Forscher brachte die elastischen Elemente des Knochens zur Ansicht, indem er Schnitte von entkalkten Knochen mit Essigsäure, Oxalsäure und Salzsäure behandelte, wodurch es ihm leicht gelang, wahre elastische Fasern von den nicht aufquellenden bindegewebigen Sharpeyschen Fasern zu unterscheiden. Ferner zerstörte er die Schnitte mit konzentriertem Kali oder Natron kaust. in der Kälte und isolierte so leicht die elastischen Fasern. Endlich färbte er die Schnitte mit Fuchsin, wie v. Ebner, und mit Safranin, dessen spezifische Reaktion auf elastische Elemente von Stöhr, Schultze und einer Reihe anderer Autoren angegeben ist. Unter Benützung aller dieser Untersuchungsmethoden fand er:

a) die elastischen Fasern sind konstante Bestandteile der äusseren Grundlamellen, dringen bis in die innersten Teile

desselben hinein und finden sich auch in verschiedenen Tiefen in den interstitiellen Lamellen.

b) Ein bedeutender Teil dieser elastischen Fasern liegt in bindegewebigen Sharpeyschen Fasern, bildet einen Bestandteil derselben und verläuft mit ihnen longitudinal schief und quer, doch enthalten bei weitem nicht alle Sharpeyschen Fasern elastische Elemente.

c) Andere dieser Elemente verlaufen selbständig für sich und begleiten namentlich die perforierenden Volkmannschen, von keinen Lamellen begrenzten Gefässkanäle der Grundlamellen oft in dichten Zügen dieselben umgebend. Elastische Sharpeysche Fasern finden sich, so viel ermittelt werden konnte, auch sonst in den Grundlamellen, doch war es in vielen Fällen sehr schwer zu bestimmen, ob dieselben für sich allein oder mit bindegewebigen Elementen zusammen verlaufen.

d) In Haversschen Lamellensystemen wollte es v. Kölliker nicht gelingen, elastische Fasern zu finden. Allerdings gleicht die die Haversschen Kanäle zunächst auskleidende Knochenschicht, die, wie wir oben sahen, in Salzsäure sich isoliert, aber bei langem Kochen im Wasser sich auflöst in ihrem Aussehen manchmal einem zarten elastischen Netze, doch glückte es nicht, wirkliche elastische Fäserchen in derselben nachzuweisen.

Ebenso wie hier äussert sich v. Kölliker auch in seinem Handbuch der Gewebelehre des Menschen, VI. Aufl.

Die mir zugänglichen gebräuchlichen Lehrbücher der Histologie erwähnen die elastischen Fasern im Knochen entweder gar nicht oder berühren sie nur ganz kurz. Stöhr (9), von Langer-Toldt (10), Gegenbaur (11) erwähnen elastische Fasern im Knochen gar nicht, Rauber (12) sagt anschliessend an die Sharpeyschen Fasern: Sie (die Sharpeyschen Fasern)

dringen in die äusseren Grund- und die anstossenden Schaltlamellen und verlaufen nach den verschiedensten Richtungen, enthalten auch oft elastische Fasern.

Überblicken wir die Mitteilungen der einzelnen Autoren, so können wir, wenn wir von der Arbeit Rénaut's absehen, der ja nur Vogelknochen untersucht hat, konstatieren, dass alle Forscher im menschlichen Knochen elastische Fasern gefunden haben. Auch haben sie alle nur in den äusseren Grundlamellen gesehen, höchstens ganz vereinzelt in dem tiefer liegenden Knochengewebe. Nach Kölliker liegen diese Fasern teils in Sharpey schen Fasern, teils in Volkmannschen Kanälchen, teils aber verlaufen sie für sich allein. E. A. Schäffer beschreibt die elastischen Fasern ganz irregulär verlaufend, eigentümlich wellig, untereinander Netze bildend. v. Ebner macht über den Verlauf der Fasern keine spezielleren Angaben.

Während Schäffer darüber keine Auskunft giebt, an welchen Knochen er die elastischen Fasern gesehen hat, betonen v. Ebner und v. Kölliker übereinstimmend, dass sie die elastischen Fasern nur an Röhrenknochen Erwachsener, nie aber an platten, besonders nicht an Schädelknochen und nie an jungen Knochen gefunden haben.

Eine systematische Untersuchung der letzteren mit Orcein versprach somit definitiven Aufschluss über deren wirkliches Fehlen oder Vorhandensein.

Die Erörterung des Vorkommens elastischer Fasern im Knochen erwies sich nun, wenn ich sicher gehen wollte, sehr bald abhängig von der Erörterung einer Vorfrage, nämlich der nach dem Vorkommen und der Anordnung der elastischen Elemente im Periost und mit dieser im Zusammenhang ergab sich die weitere Frage nach dem feineren Bau des Periostes.

I. Periost.

Bei Durcharbeitung der einschlägigen Litteratur ergab sich mir bald die auffallende Thatsache, dass der feinere Bau des Periostes in den letzten Jahren kaum mehr Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen ist.

Abgesehen von meiner Litteraturangabe erhellt dies wohl am klarsten daraus, dass ein so genauer und gewissenhafter Forscher, wie v. Kölliker, in seinem Handbuch der Gewebelehre VI. Auflage wörtlich seine 23 Jahre vorher in der V. Auflage gegebene Schilderung wiederholt, ohne neuere histologische Arbeiten über die Beinhaut verzeichnen zu können.

Eine Umschau in den gebräuchlichen umfangreicheren Lehrbüchern der Histologie und in solchen, welche als Grundrisse vielfach nicht viel mehr als die histologische Nomenklatur, illustiert durch sehr zweifelhafte Abbildungen aufzuführen für nötig halten, ergab eine ebenso spärliche Ausbeute, wie die Durchsicht anatomischer Lehr- und Handbücher.

Ein Teil der Autoren wiederholt ohne eigene Untersuchungen einfach die Angaben früherer Untersucher.

Trotz dieser scheinbar vielfachen Übereinstimmung ergaben sich aber auch eine Menge von Widersprüchen, insoferne manche Autoren nicht einmal über die Schichten des Periostes einer Meinung sind.

Alle Forscher geben an, dass die Beinhaut aus zwei Schichten besteht. Aber über die Dicke und Ausbreitung der einzelnen Schichten, sowie über deren Bezeichnung gehen die Angaben sehr auseinander. Noch mehr aber vermissen wir Übereinstimmung bezüglich des feineren Baues dieser wichtigen Membran. Die einen Autoren, wie Ranvier, v. Kölliker (5a), Schäffer und Thane (14), Stöhr (9) Schäffer-Krause (15), Rawitz (16), Bannwarth (17), Hyrtl (18), teilen das Periost in

eineäussere fibröse und eine innere elastische Schicht, die andern, wie Rauber (12), Schiefferdecker und Kossel (19), Klein (20) in eine äussere fibröse und innere weiche oder generative, wobei einige dieser angeführten Autoren, wie Kölliker, Schäffer-Krause, Schäffer und Thane, Klein, Rauber, als einen Teil der inneren Schicht noch die Osteoblasten-Schicht beschreiben.

Am meisten in die Augen springen aber die differierenden Angaben der einzelnen Autoren über das Vorhandensein, die Menge, die Lage und Anordnung der elastischen Fasern.

Ranvier (13) findet die elastischen Fasern in der inneren und äusseren Schicht, dabei sagt er einmal, dass sie nur längs verlaufen, ein andermal, dass sie ein engmaschiges Netz bilden, so besonders in der inneren Schicht. Dies ist gewiss ein Widerspruch, über den auch die Abbildung, die Ranvier giebt, keinen Aufschluss darbietet, da in ihr elastische Fasern überhaupt nicht erkennbar sind.

Im Gegensatz zu Ranvier giebt v. Kölliker an, dass die elastischen Fasern in dichten und in mehreren Lagen liegenden Netzen nur in der inneren Schicht vorkommen. Über die Menge dieser Fasern, die er als solche feinerer Art bezeichnet, macht Kölliker keine genaueren Angaben.

Die Herausgeber von Quain's elements of anatomy, die, wie kein anderer Autor, genauere histologische Details über den Verlauf von Nerven, Blutgefässen und Lympfbahnen der Beinhaut geben, machen über die elastischen Fasern nur die Notiz, dass sie zahlreich in der inneren Schicht vorkommen. Über den Verlauf und die Stärke der elastischen Fasern geben sie ebensowenig Auskunft, wie Stöhr, der ebenfalls nur das zahlreiche Vorkommen in der inneren Schicht betont.

Während in der Histologie von Schäffer-Krause, bei Toldt und bei Rawitz sich die gleichen Angaben finden, verlaufen elastische Fasern nach Bannwarth in der äusseren Schicht.

Schenk (22), schildert das gesamte Periost als aus teils bindegewebigen, teils elastischen Fasern bestehend, findet dieselben demnach überall.

Schiefferdecker und Kossel beschreiben elastische Fasern in beiden Schichten, in der inneren zwar zahlreicher und von feinerem Kaliber wie in der äusseren Schicht.

Klein erwähnt die elastischen Fasern gar nicht.

Während dann Hyrtl wieder, wie von Kölliker, die elastischen Fasern nur in der inneren Schicht netzförmig angeordnet vorfindet, giebt Rauber in Übereinstimmung mit Ranvier an, dass die elastischen Fasern in beiden Schichten vorkommen, und zwar reichlicher in der inneren Schicht.

Über Anordnung und Stärke der Fasern giebt er jedoch keine Andeutungen.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch erwähnt, dass, ebensowenig wie die gebräuchlichen Lehrbücher der Anatomie, wie Pansch (23), v. Langer-Toldt (10), Gegenbaur u. a. sich mit dem feineren Bau das Periostes beschäftigen, das neueste Lehrbuch der Histologie von Böhm und Davidoff (24), das sich unter anderem auch durch seine ausführliche Litteraturübersicht auszeichnet, berührt den feineren Bau des Periostes gar nicht und spricht vom Periost nur als von einer bindegewebigen Haut.

Es findet sich zwar bei Schilderung der Osteogenese des Periostes vom Schafembryo eine gute Abbildung, die wohl eine zweifache Schichtung und eine Osteoblastenlage erkennen lässt, über Lage, Verlauf und Zahl der elastischen Fasern aber keine Auskunft giebt.

Ebenso wenig geben die Abbildungen in dem neuesten Handatlas von Benda und Günther (25), auf Tafel VII in Figur 1 und 3 vom Längs- und Querschnitt eines Femur von einem sechsmonatlichen menschlichen Fötus ein allzu deut-

liches Bild vom Bau der Beinhaut, auch lassen sie insbesondere die elastischen Fasern nicht erkennen.

Überhaupt sei hier festgestellt, dass in allen citierten Lehr- und Handbüchern sich keine Abbildung findet, welche auch nur einigermassen den feineren Bau des Periostes richtig wieder giebt.

Ich will nun, bevor ich meine Resultate mitteile, die von mir eingeschlagene Untersuchungsmethode angeben.

Untersucht wurden Exemplare sämtlicher Knochenarten eines ausgetragenen männlichen menschlichen Fötus, der wenige Stunden post partum zur Verfügung stand; ferner von erwachsenen Knochen des Humerus und des Os parietale. Um die durch Zerschneiden, Zersägen etc. leicht vorkommenden Verschiebungen in der feineren Struktur zu vermeiden, wurden die einzelnen Knochen als Ganzes in gewöhnlichem Alkohol fixiert und dann entkalkt.

Als Entkalkungsmethode wurde das allerdings etwas langwierige (in unserem Falle fast sechs Wochen) dauernde, von v. Ebner angegebene Verfahren gewählt. Demgemäss wurden die Knochen in folgende Mischung gebracht: eine kaltgesättigte Kochsalzlösung wurde mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnt und 2% Salzsäure zugesetzt. In dieser Lösung, der täglich etwas Salzsäure zugegeben wurde, blieben die Knochen liegen, bis sie biegsam geworden waren. Dann wurden sie in einer zur Hälfte gesättigten Kochsalzlösung ausgewaschen und durch Zusatz von Salmiak allmählich neutralisiert. Die Knochen wurden dann zerkleinert, in Alkohol gehärtet, in Celloidin eingebettet und dann in Schnitte von 15—20—25 μ zerlegt. Hierauf wurden die Schnitte in Orcein etwa drei Tage lang gefärbt.

Es wurde die von Hansen (26) angegebene Mischung benutzt, indem von den gleich anzugebenden zwei Lösungen gleiche Teile zusammengeschüttet wurden.

Lösung I	Lösung II
Orcein 0,1	Acidum mur. 0,1
95% Alkohol 20,0	95% Alkohol 20,0
Aqua destillata 20,0.	Aqua dest. 5,0.

Dann wurden die Schnitte, abweichend von Hansen, in der zweiten Lösung entfärbt, in destilliertem Wasser entsäuert, in absolutem Alkohol entwässert, in Oleum Origani verbracht und von hier in Kanadabalsam aufgelegt.

Es wurde aber auch die in neuester Zeit von Unna (27) angegebene Schnellfärbung mit Orcein angewandt und mit dieser die gleichen Resultate, wie mit obiger Färbung erzielt. Nach dieser Methode wurden Schnitte in einer Lösung von Orcein 1,0, Acid. mur. 1,0, Alcohol absol. 100,0 10—15 Minuten lang bei einer Temperatur von einigen 30° C. gefärbt, in Spiritus dilutus abgewaschen und dann mit Wasser, Alkohol absol. Oel, Kanadabalsam ebenso behandelt, wie obige Schnitte.

Einzelne Schnitte wurden noch mit Hämatoxylin nachgefärbt, andere nur mit Hämatoxylin und Eosin tingiert.

Durch die Orceinfärbung ergab sich eine präcise Färbung der elastischen Elemente allein. Tief schwarzrot oder braunschwarz heben sich diese von der farblosen oder nur schwach gefärbten Grundlage ab. Durch die Doppelfärbung mit Orcein und Hämatoxylin gelang es die topographischen Beziehungen der elastischen Elemente zu den übrigen Komponenten des Periostes und seiner Umgebung (Muskel, Sehnen, Bindegewebe etc.) und zum Knochen mit voller Schärfe darzustellen.

1. Periost des Neugeborenen.

Das Ergebnis meiner Untersuchung erwies sich als ein für die verschiedenen Knochen des Neugeborenen im Prinzip gleiches. Durchweg liessen sich drei Schichten, namentlich schön

an Röhrenknochen, auseinanderhalten, die ich als 1. Adventia, 2. Fibro-Elastica und 3. mit Strelzstoff (28) als osteoblastische Schicht des Periosts unterscheiden und beschreiben will. Die Verhältnisse an den Schädelknochen sollen später berücksichtigt werden. Zur Schilderung des feineren Baues der Beinhaut vom Neugeborenen mag zunächst ein Röhrenknochen z. B. Humerus, Tibia oder Metatarsus dienen. Fig. 1.

Auf Querschnitten lassen sich die drei erwähnten Schichten mit aller Schärfe unterscheiden.

1. Adventitia.

Die Adventitia ist ähnlich, wie bei grösseren Blutgefässen, einmal Verheftungsmittel des Periostes mit der Umgebung und scheint von vielen Autoren bei ihren Untersuchungen entweder abpräpariert oder nicht genügend als ein Teil der Beinhaut gewürdigt worden zu sein; daher die Differenzen über Zahl und Anordnung der Schichten des Periosts. Als zum Periost gehörig erweist sich diese Lage durch ihren reichen Gehalt an in die Beinhaut eindringenden Blutgefässen und Nerven. Histologisch besteht sie aus fibrösem, für ein ganz junges Individuum auffallend kern- und zellenarmem, ziemlich derbem Bindegewebe, das sich gegen das interstitielle Bindegewebe benachbarter Muskulatur hin auflockert und allmählich den Bau des interstitiellen Gewebes annimmt.

In diesen gelockerten, streng genommen nicht mehr zur Adventitia gehörigen Schichten finden sich nicht gerade zahlreiche meist sehr stark geschlängelte elastische Fasern von feinem bis zu ziemlich grobem Kaliber, wie wir solche ja im interstitiellen Bindegewebe der verschiedenen Organe, speziell der Muskeln zu finden gewohnt sind. Eine bestimmte Anordnung derselben macht sich nicht bemerklich.

In der eigentlichen Adventitia selbst wird das elastische Gewebe bedeutend spärlicher; man findet ganze Stellen auf

Querschnitten, welche kaum eine elastische Faser enthalten. Andere Stellen dagegen erweisen sich reicher, manche sogar sehr reich an elastischen Elementen, die in letzterem Falle auch immer eine bestimmte Verlaufsrichtung erkennen lassen und, wie genauere Untersuchung zeigt, einem in die Beinhaut ausstrahlenden Bande, einer Sehne oder Fascien zugehören. Das thatsächliche Bild erhält man nur auf weiteren Querschnitten durch den ganzen Knochen samt seiner Umgebung. Die Untersuchung einzelner Stellen würde zu irrtümlichen Verallgemeinerungen führen.

Reichliche, dem Kaliber nach sehr wechselnde Querschnitte von Blutgefässen, sowie Querschnitte von wechselnd starken Nervenbündeln vervollkommnen das Bild. An Stellen, wo Sehnen in die Adventitia auslaufen, zeigt diese einen besonders aus derben, schwach wellig und parallel verlaufenden Faserbündeln bestehenden Bau, der vielfach eine deutliche lamelläre Schichtung erkennen lässt. An manchen Stellen findet man in der Adventitia selbst oder von ihr in die Nachbarschaft übergehend mehr oder weniger ausgiebige Einlagerungen von Fettgewebe.

2. Fibro-Elastica (Fig. 2).

Diese Schichte markiert sich an Orceinpräparaten sowohl gegen die osteoblastische Schicht, als gegen die Adventitia zu als äusserst scharf begrenzt, vor allem durch ihren enormen und auffallenden Reichtum an elastischen Fasern. Durch deren Gesamtheit fällt sie an Orceinpräparaten den übrigen Schichten gegenüber schon bei schwacher Vergrösserung als braunrot gefärbte Lage auf.

Sie besteht aus im wesentlichen längs verlaufenden ziemlich gleich dicken fibrösen Bündeln und kennzeichnet sich

der Adventitia gegenüber durch eine auffallende Gefässarmut, insoferne sie fast nur von Gefässen durchsetzt wird, welche von der Adventitia in den Knochen verlaufen. Bei starker Vergrösserung tritt deutlich hervor, dass die fibrösen Faserbündel im wesentlichen äusserlich von einer Unmenge von elastischen Fasern umhüllt werden. Im Innern der Bündel findet man nur ganz vereinzelte und verhältnismässig feine elastische Faserquerschnitte. Ein Teil der elastischen Fasern der Fibro-Elastica entstammt Sehnenansätzen und es lässt sich nachweisen, dass die unter mehr oder weniger spitzem Winkel an das Periost herantretenden Sehnenbündel sich der Hauptsache nach in dieser Schichte verlieren. Die Menge des elastischen Gewebes, welches zusammen genommen, etwa mindestens ein Dritteil der Dicke der gesamten Fibro-Elastica ausmachen würde, ist an einem so wenig biegsamen Organe, wie es der Knochen im allgemeinen ist, und speziell an dem noch gar nicht in voller Funktion begriffenen Knochen des Neugeborenen ganz besonders auffallend. Weitere Bemerkungen hierüber behalten wir uns für den Schluss unserer Abhandlung vor. Während sich immerhin ein gewisser Zusammenhang der elastischen Elemente der Fibro-Elastica mit den spärlichen elastischen Fasern der Adventitia und dem elastischen Gewebe der in die Beinhaut ausstrahlenden Sehnen ergiebt, ist die Grenze der Fibro-Elastica gegen die osteoblastische Schicht eine auffallend scharfe. Nicht eine einzige elastische Faser tritt in die letztere ein.

Die fibrösen Bündel enthalten selbst beim Neugeborenen auffallender Weise nur äusserst selten Kerne.

Bei einem so jugendlichen Gewebe wäre ein bedeutender Kernreichtum um so mehr zu erwarten, als ja die Sehnenbündel desselben Individuums ziemlich kern- und zellenreich sind.

Zwischen den Faserbündeln findet sich ein spärliches lockeres, zellenreicheres und teilweise mit der osteoblastischen Schicht zusammenhängendes Bindegewebe, mit welcher sie im Bau im wesentlichen übereinstimmt. Der Verlauf der elastischen Fasern ist im Querschnitt fast ausschliesslich, entsprechend dem Verlaufe der weitaus meisten fibrösen Bündel, zur Längsachse des Knochens parallel. Abweichungen können durch Sehnenansätze bedingt sein. Die feinere Anordnung der elastischen Fasern untereinander soll am Längsschnitt geschildert werden. Bei der kompakten Anordnung der die Fibro-Elastica aufbauenden Elemente finden sich in derselben niemals Fettzellen. Beim Zerzupfen gelingt es nicht gerade schwer die einzelnen von elastischen Fasern umflochtenen Bündel zu trennen und auf weitere Strecken isoliert zur Darstellung zu bringen.

3. Die osteoblastische Schicht.

Die osteoblastische Schicht, osteogene Schicht, couche osteogène (Ollier), Proliferationsschicht (Virchow), Cambiumschicht (Billroth) lässt deutlich eine Sonderung in zwei Lagen erkennen: nämlich eine lockere bindegewebige Schichte und die Osteoblastenschicht im engeren Sinne. Sie ist wesentlich dünner, als die Fibro-Elastica, und beträgt durchschnittlich etwa $^1/_4$—$^1/_5$ derselben; an manchen Stellen jedoch kann sich diese Dicke bis auf etwa $^1/_3$ der Fibro-Elastica erhöhen.

An Orceinpräparaten vollkommen farblos, ist sie auch an den bestgelungenen Präparaten von Knochen des Neugeborenen ausgezeichnet durch den vollständigen Mangel jeden elastischen Elementes. Wir finden sogar in Übereinstimmung mit v. Ebner, dass an der Eintrittsstelle Sharpeyscher Fasern das elastische Gewebe der Fibro-Elastica vielfach vollständig unterbrochen erscheint. Die elastischen Fasern weichen zur

Seite der abgehenden Sharpeyschen Fasern auseinander oder umflechten diese nur äusserlich. Nur in der Adventitia der bei ihrem Eintritt in den Knochen die osteoblastische Schicht passierenden Blutgefässe findet sich sehr spärliches elastisches Gewebe, das aber nach kurzem Verlaufe nicht mehr zu erkennen ist.

Die osteoblastische Schicht besteht einmal aus zahlreichen ziemlich grob granulierten, sich in Hämatoxylin intensiv färbenden, wechselnd gestalteten, vorwiegend spindelförmigen Zellen, welche in eine weiche, feinfaserige Grundsubstanz eingelagert sind. Gegen den Knochen zu bilden dieselben dann das von jeder perichondralen Verknöcherung bekannte Bild: eine Schichte epithelähnlicher, dem Knochen aufsitzender Zellen, die aber hier beim Neugeborenen wesentlich gelockert und weniger dicht erscheint als beim Embryo. Die Gefässquerschnitte der osteoblastischen Schicht sind durchweg, mit Ausnahme gröberer Ernährungsgefässe von feinem Kaliber. Die Sharpeyschen Fasern bestehen aus den Elementen der osteoblastischen Schicht verstärkt durch hinzu gekommene Faserbündelchen der Fibro-Elastica, enthalten aber beim Neugeborenen, wie gesagt, nie elastische Fasern.

Der Längsschnitt bestätigt zunächst die Richtigkeit der am Querschnittsbild geschilderten Verhältnisse der Adventitia. Weiter zeigt er aufs Klarste die Verstärkung der Fibro-Elastica durch in sie einstrahlende Sehnenansätze. Es muss jedoch dabei bemerkt werden, dass der Gehalt der einstrahlenden Sehnenbündel an elastischen Fasern ein höchst ungleicher ist, dass manche Sehnenbündel sogar nicht eine einzige elastische Faser enthalten (Fig. 2).

Sehr auffällig gestaltet sich das Bild der Fibro-Elastica am Längsschnitt, soweit dasselbe nicht durch Sehnenansätze Bänder oder Fascien in seiner Regelmässigkeit beeinflusst wird. Die elastischen Fasern verlaufen fast ausnahmslos

als haarscharfe, wie mit der Reissfeder gezogene, schwach wellige, parallele Linien von ziemlich gleicher Dicke. Auch die von ihnen umgebenen fibrösen Bündel verlaufen abgesehen von Sehneneinstrahlungen vollkommen parallel. So entsteht ein ebenso regelmässiges, als auf den ersten Blick eigenartiges Bild, welches die gewöhnliche Schilderung der Autoren von elastischen Fasernetzen in dieser Lage als gänzlich unzutreffend erscheinen lässt. Auch bei genauester Durchmusterung mit starkem System sind nur verhältnismässig sehr selten Faserverbindungen nachweisbar. Sie sind so selten, dass die Bezeichnung: „Fasernetz" zu einer ganz falschen Vorstellung führen würde; dagegen soll nicht geleugnet werden, dass da und dort im Bereiche von Sehnenansätzen netzähnliche Bilder vorkommen können. Es ist begreiflich, dass manche elastische Fasern vom Längsschnitt getroffen, eine Kontinuitätstrennung aufweisen müssen. Niemals aber erscheint das abgeschnittene Ende, wie man es sonst von elastischen Fasern zu sehen gewohnt ist, zurückgeschnurrt, geringelt oder bogenförmig geknickt, sondern stets als ein kurzes, schwach gebogenes Häckchen.

Über die osteoblastische Schicht lehrte der Längsschnitt, wie vorauszusehen, nichts Neues.

Wesentlich andere Verhältnisse zeigt das Periost der Schädelknochen. Präparate vom Seitenwandbein des Neugeborenen (Fig. 6) zeigen zunächst wesentliche Abweichungen in Bezug auf Dicke und Schichtung des Periostes. Von einer Adventitia kann bei dem innigen Verhältnis des Periostes zur Galea aponeurotica oder z. B. am Stirnbein zu dem noch kaum funktionierenden Musculus frontalis noch keine Rede sein. Somit geht das Periost ohne scharfe Grenze in die beiden genannten Organe über.

Auch von einer Fibro-Elastica kann streng genom-

men nicht gesprochen werden. Das Periost zeigt auch hier seinen charakteristischen Aufbau aus Bündeln fibröser Fasern; und diese ganze Fibrosa erweist sich wesentlich kernreicher als die Fibro-Elastica der Röhrenknochen des gleichen Individuums. Der Nachweis elastischer Fasern aber gelang nicht; es mag ja wohl da und dort eine elastische Faser auch im Periost des Schädelknochen vorkommen, im allgemeinen aber wird man berechtigt sein, die Abwesenheit elastischer Elemente im Perioste der Schädelknochen gegenüber der auffallenden Menge derselben im Perioste der Röhrenknochen des gleichen Individuums zu betonen. Gleichzeitig sei bemerkt, dass die Fibrosa im Periost der Schädelknochen höchstens ein Drittel bis die Hälfte der Dicke der Fibro-Elastica des Periostes eines Röhrenknochens erreicht.

Auch die osteoblastische Schicht erscheint im Vergleich zu der der Röhrenknochen nur auf eine unscheinbare Lage reduziert. Im Bau wesentlich mit der osteoblastischen Schichte der Röhrenknochen übereinstimmend, unterscheidet sie sich von dieser durch die Anwesenheit sehr reichlicher, unverhältnismässig grober, an vielen Stellen in den Knochen verfolgbarer Blutgefässe. Die eigentlichen Osteoblasten sind durchaus nicht regelmässig angeordnet. Bald findet man dieselben in den bekannten Reihen an der Grenze von Knochen und Periost, bald wieder liegen sie mehr unregelmässig und präsentieren sich als die Querschnitte spindelförmig abgeflachter Zellen.

Der als Endost der Schädelknochen funktionierende Teil der Dura mater zeigt fast genau denselben Bau wie das Periost, nur ist er etwas gefässärmer. Diese Übereinstimmung wird begreiflich, da die Schädelknochen ja im bindegewebigen Dach des fötalen Schädels sich bilden, und der Rest der bindegewebigen Grundlage desselben als Periost und Dura übrig geblieben sind. In der Dura finden sich in meinen Prä-

paraten ebensowenig elastische Fasern, wie im Periost auf der Aussenfläche des Knochens.

Die präcise Färbung der Elastica intimae in den kleineren Arterien der Dura mater beweist, dass es sich um ein wirkliches Fehlen der elastischen Fasern in der Dura und nicht um deren mangelhafte Tinktion handelt. Nebenbei führe ich an, dass auch die Wand des Sinus longitudinalis oder falciformis major durch ihren gänzlichen Mangel an elastischen Fasern sich mit der übrigen Dura gleichgebaut erweist.

2. Periost des Erwachsenen.

Des bequemeren Vergleiches halber füge ich gleich die Schilderung des Periostes von Erwachsenen an.

An den Röhrenknochen (Humerus) (die Knochen entstammten einer wegen ausgedehnter Hautverletzung exartikulierten Extremität eines 20jährigen Mannes) übertrifft die Dicke des Gesamtperiostes die des Neugeborenen erheblich; im allgemeinen etwa um das 2—3fache. Da die Mächtigkeit des Periostes bekanntlich an ein und demselben Knochen regionär je nach Sehnen- und Muskelansätzen etc. nicht unerheblichen Schwankungen unterliegt, verzichte ich auf speziellere Massangabe, deren Wert nur ein sehr relativer sein könnte.

Die wesentlichste Veränderung gegenüber den von Neugeborenen geschilderten Verhältnissen besteht in einer Umwandlung der osteoblastischen Schicht in fibröses Gewebe. An Hämatoxylin-Schnitten, die mit Eosin nachgefärbt sind, ist von dem zellenreichen Gewebe der osteoblastischen Schichte keine Spur zu sehen. An ihrer Stelle findet man eine dicht an den Knochen heranreichende Lage fibröser Faserbündel und nur ganz vereinzelt können mit starken Vergrösserungen solche Osteoblasten nachgewiesen werden. Diese zweifellos aus der osteoblastischen Schicht hervorgegangene fibröse Lage lässt sich von der Fibro-Elastica, wie sie sich bei Neugeborenen an

Orceinpräparaten scharf begrenzt markiert, nirgends trennen. Ebensowenig wollte es mir gelingen, eine an der Fibrosa gut abgegrenzte Adventitia zu finden. Übersichtlicher gestalten sich die Verhältnisse an Orceinpräparaten (Fig. 4). Hier zeigt sich, dass die osteoblastische Schicht unter Rückbildung der Osteoblasten-Lage in die Fibro-Elastica einbezogen worden ist. Letztere ist etwa drei- bis viermal so dick wie die Fibro-Elastica an der Fibula des Neugeborenen. Nur da und dort findet man unter der dem Knochen in weiter Ausdehnung dicht anliegenden Faserbündelschicht der Fibro-Elastica noch vereinzelte helle, sich scharf vom Knochen scheidende Stellen, Reste der osteoblastischen Schichte. Im ganzen aber erweist sich der Knochen als dicht von der Fibro-Elastica umhüllt. Die elastischen Fasern desselben sind am Humerus des Erwachsenen wo möglich noch zahlreicher, als in der gleichen Schichte des Neugeborenen. Zugleich haben sie auch vielfach an Dicke unverkennbar zugenommen, sie sind etwa doppelt so stark als die des Neugeborenen. Ihre Anordnung ist im wesentlichen in den peripheren Teilen der Fibro-Elastica dieselbe, wie beim Neugeborenen. Abweichungen aber finden sich in den dicht an den Knochen grenzenden Teilen, insoferne als hier der sonst vorwiegend parallele Verlauf der Fasern stellenweise ganz seltsame mäandrische Krümmungen bildet und oft sehr merkwürdige, nahezu unentwirrbare Schlängelungen beobachtet werden können. Es sind das meist jene Stellen, von denen, wie sich weiter unten zeigen wird, in Begleitung von Sharpeyschen Fasern oder auch ohne solche, elastische Elemente in den Knochen hineintreten.

Peripher gehen die elastischen Elemente der Fibro-Elastica vielfach in die elastischen Elemente der Muskel-, Sehnen- und Fascienansätze über.

Die Fibro-Elastica der erwachsenen Röhrenknochen breitet sich also auf Kosten der osteoblastischen Schicht, von welcher nur Reste übrig bleiben, bis dicht an den Knochen aus und erhält ebenso, wie das teilweise beim Neugeborenen festgestellt werden konnte, Zuwachs von fibrösen und elastischen Elementen von den Organen her, die mit ihr in Verbindung stehen, nämlich von Bändern, Sehnen, Fascien und Muskeln. Gleichzeitig wird die beim Neugeborenen noch als besondere Schicht sehr deutliche Adventitia undeutlich. Ferner ist zu betonen, dass Zahl und Grösse der Gefässquerschnitte im Periost abnehmen und dass somit der Gefässgehalt der erwachsenen Beinhaut gegen den der Beinhaut des Neugeborenen zurücktritt.

Ein Netzwerk elastischer Fasern finden wir der gegebenen Schilderung nach im Periost der erwachsenen Röhrenknochen ebensowenig, wie in der Fibro-Elastica des Periostes vom Neugeborenen.

Untersucht man freilich diese Verhältnisse nicht an Schnitten, welche die Elemente in situ zeigen, sondern an abgerissenen Fetzen der Beinhaut in Zupfpräparaten, so gestaltet sich das beschriebene, äusserst regelmässige Bild ganz anders. Man hat dann ein Gewirr der in verschiedenen Schichten übereinander verlaufenden elastischen Fasern vor sich, welches begreiflicher Weise sehr leicht Fasernetze vorzutäuschen vermag.

Stellen, welche den Rändern des Zupfpräparates (Fig. 3) entsprechen und an denen die Fasern mehr vereinzelt liegen, lassen aufs deutlichste erkennen, dass wirkliche Konjugationen elastischer Fasern doch nur zu den seltenen Ausnahmen gehören.

Man sieht dann weiter, dass das Kaliber der Fasern ein wechselnderes ist, als es auf Längsschnitten den Anschein hat und findet ausser den fibrösen Faserbündeln und den elastischen

Fasern noch ein weiteres Element, welches die Fibro-Elastica aufbaut. Zwischen den zerrissenen Faserbündeln fallen nämlich an Orceinzupfpräparaten ganz blassgefärbte Fetzen auf, welche von Stelle zu Stelle in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen quergestellte, zickzackförmige und intensiv blauschwarz oder braunrot gefärbte Zeichnungen tragen, welche im kleinen an die Inscriptiones tendineae des Musculus rectus abdominis erinnern. Es ist schwer über die Bedeutung dieser Bildungen in's Klare zu kommen, doch scheint mir, dass es sich um membranartige elastische Hüllen um die fibrösen Faserbündel handelt.

Wie aus der Figur 3 ersichtlich, sind diese Zickzacklinien mitunter der Sitz von Rissstellen, entsprechen somit wahrscheinlich Kittlinien in den elastischen Membranen. Jedenfalls handelt es sich nicht etwa um Faltungen. Die Möglichkeit eines Ausgleiches dieser Linien durch Spannung der Fetzen existiert nicht.

Die Dicke des Periostes der Schädelknochen vom Erwachsenen wechselt bekanntlich nicht unwesentlich individuell und nach dem Alter des Individuums. Das Periost an dem uns vorliegenden Präparate von einem Individuum mittleren Lebensalters ist etwa nochmal so dick, wie das des Neugeborenen (Fig. 8). Diese Dickenzunahme geht vorwiegend auf Kosten der osteoblastischen Schicht, die nur noch in Spuren vereinzelter Zellen vorhanden, als kontinuierliche Lage aber nicht mehr nachweisbar ist. Dagegen ist jetzt eine Adventitia wohl durch die Verschiebung der Galea und die Kontraktionen des Musculus epicranius ausgebildet worden und ebenso ist die Anwesenheit elastischer Elemente in Gestalt von parallel zur Faserbündelrichtung laufenden äusserst feinen elastischen Fasern und ebenso von solchen, welche sich mit diesen kreuzen und sich im Querschnitt präsentieren, zu verzeichnen (Fig. 7). Man

kann also beim Erwachsenen von einer Fibro-Elastica sprechen, deren Stelle beim Neugeborenen, wie erwähnt, nur eine Fibrosa vertritt.

Doch ist ausdrücklich zu betonen, dass im Gegensatz zur Fibro-Elastica des Röhrenknochens die Zahl der elastischen Elemente eine verhältnismässig geringe ist. Die elastischen Fasern im Periost des Schädeldaches treten also erst kürzere oder längere Zeit nach der Geburt auf, in einem Zeitpunkte, dessen Feststellung weiteren Untersuchungen vorbehalten bleibt.

Im Gegensatz zum Periost des Scheitelbeines vom Neugeborenen verringert sich beim Erwachsenen auch der Gefässgehalt beträchtlich. Die Gefässe treten an Zahl und Weite bedeutend zurück gegen die des kindlichen Schädels und liegen nicht mehr in der lockeren und zellenreichen osteoblastischen Schicht, sondern in einem derben Fasergewebe, welches man an Stelle der letzteren findet[1]). Zwischen den Muskelbündeln des Musculus frontalis, welche in der Gegend, welcher das Präparat entstammt, in die Galea aponeurotica einstrahlen, finden wir dasselbe feine Netzwerk elastischer Fasern, wie es C. Martinotti (29) durch Behandlung mit arseniger Säure und Nachbehandlung mit Höllensteinlösung in Fig. 3 Taf. II von quergestreiften Muskeln der Ratte und der Zunge abgebildet hat.

---

[1]) Diese Befunde erklären, warum Knochendefekte des Schädeldachs auch bei erhaltenem Perioste nicht durch Knochen, sondern nur durch fibröses Narbengewebe geschlossen werden, umsomehr als auch unter der Dura eine continuierliche Osteoblastenschichte beim Erwachsenen fehlt.

II. Elastische Elemente im Knochen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über

1. das Vorkommen elastischer Elemente im Knochen des Neugeborenen

lassen sich im Gegensatz zu der Länge der Untersuchung kurz dahin zusammenfassen, dass auch mit dem souveränen Mittel der Orceintinktion keine Spur einer elastischen Faser in irgend einem Knochen des Neugeborenen nachzuweisen ist, dass dieselben thatsächlich vollkommen fehlen. Wir sind also in der Lage, die Angaben früherer Autoren, speziell die von v. Ebner und von v. Kölliker vollkommen zu bestätigen. Das elastische Gewebe ist und bleibt wie es scheint vor der Geburt und einige Zeit nach derselben nur auf das Periost der Röhrenknochen und seine Umgebung beschränkt. Ein Übersehen elastischer Fasern im Knochen des Neugeborenen ist um deswillen undenkbar, weil die elastischen Elemente des Periostes an den Präparaten sehr scharf gefärbt sind, während in dem farblosen oder schwach rosa gefärbten Knochen, nicht eine Spur elastischer Fasern zu entdecken ist. Gegen ein Vorhandensein derselben spricht ferner die durchweg auffallend scharfe Begrenzung der Fibro-Elastica des Periostes, aus der nirgends eine Faser in die osteoblastische Schicht, geschweige denn weiter zu verfolgen ist.

Wesentlich anders gestalten sich die Untersuchungsergebnisse am

2. Röhrenknochen der Erwachsenen.

Schon bei der Untersuchung des Periostes zeigte sich vielfach, dass von der bis dicht an den Knochen vorgeschobenen Fibro-Elastica da und dort elastische Fasern in den Knochen

wechselnd weit einzudringen schienen. Man könnte ein solches scheinbares Eindringen veranlasst betrachten durch Fasern, welche möglicherweise durch das Messer losgelöst, über das Schnittpräparat verschoben worden seien. Das Irrige einer solchen Meinung wäre leicht durch Zupfpräparate zu beweisen. An solchen reisst die Fibro-Elastica ab und die durchrissenen Faserenden stehen aus dem Knochen hervor. Übrigens zeigt auch wechselnde Einstellung, dass die Fasern im Knochen selbst liegen müssen. v. Ebner (a. a. O.) hat in seiner vorzüglichen Arbeit angegeben, dass die Sharpeyschen Fasern nur aus Bindegewebe bestehen sollten. v. Kölliker betonte dagegen, dass er in vielen, keineswegs aber in allen Sharpeyschen Fasern elastische Elemente gefunden habe und bildet solche auf Querschnitten ab. Wir sind in der Lage, dem letzteren Autor beizustimmen und verweisen auf unsere Figur 4 und 5, welche je eine Sharpeysche Faser von reichlichen elastischen Fasern umsponnen zeigt.

Auffallend ist dabei der Umstand, dass die auch in situ sehr stark geschlängelten elastischen Fasern sich nicht allein an Sharpeyschen Fasern halten, sondern auch von diesen abzweigend, in regelloser Weise in den Knochen eindringen. Ebenso müssen wir v. Kölliker beistimmen, dass andere elastische Faserzüge unabhängig von Sharpeyschen Fasern in den Knochen eindringen zum Teil mit, zum Teil ohne bindegewebige Elemente.

Vielfach zeigt sich, dass diese letztere Art von Faserbündeln von solchen Stellen der Fibro-Elastica ausgeht, deren tiefste Schicht ganz unregelmässig verschlungene und sehr dichte Aufknäuelungen elastischer Fasern erkennen lässt.

Besonders auffallend ist es, dass sich die zum Teil recht groben elastischen Fasern im Knochen vielfach durchaus nicht an dessen lamelläre Struktur in ihrem Verlauf halten, vielmehr bald schief die Lamellensysteme

durchbohren, bald stellenweise zwischen ihnen, bald völlig regellos verlaufen und auch Netze bilden können.

Am reichsten an elastischen Fasern sind, wie schon v. Kölliker angab, die peripher gelegenen Generallamellen, während weiter gegen den Markraum zu die elastischen Fasern spärlicher werden und nicht weit über die innersten Periostlamellen und nur bis in die Interstitiallamellen, niemals in die Marklamellen verfolgbar sind. Es ist dabei auffallend, dass die im Knochen gelegenen Enden elastischer Elemente fast ausnahmslos blasser erscheinen, als die in den Periostlamellen gelegenen. Man bekommt unwillkürlich den Eindruck, als ob die elastischen Fasern in dem Knochen umgewandelt und von ihrem Knochenende aus rückgebildet würden.

Sehr merkwürdig sind ganze Schleifen, welche elastische Fasern, vom Periost in den Knochen eintretend und zum Perioste zurücklaufend, vielfach bilden.

In den Haversschen Lamellensystemen konnten wir ebensowenig wie v. Kölliker elastische Fasern auffinden, wenngleich auch uns die stärkere Färbung der die Haversschen Kanäle bekleidenden Innenschicht an das Verhalten elastischen Gewebes erinnerte. Vielfach schien die Wand der Haversschen Kanäle aus einer äusserst dünnen elastischen Membran zu bestehen. Ein absolut zweifelloser Nachweis vom Vorhandensein einer solchen durch Isolierung war jedoch nicht zu führen.

In den

3. Schädelknochen

gelang es uns weder beim Neugeborenen noch auch beim Erwachsenen irgend eine Spur elastischer Fasern nachzuweisen. Bedenkt man jedoch die Grösse der erwachsenen Schädelknochen und die Schwierigkeit einen ganzen Schädelknochen in Serienschnitte zu zerlegen, so wird man die Mög-

lichkeit des vereinzelten Vorkommens auch im Schädeldache des Erwachsenen prinzipiell umsoweniger bestreiten, als in dessen Periost im Gegensatz zum Neugeborenen ja immerhin elastische Fasern nachweisbar sind, wenngleich, wie aus unserer Schilderung und Abbildung hervorgeht, dieselben wenigstens bei noch nicht senilen Individuen ausnahmslos durch die in eine Fibrosa (Fig. 7) umgewandelte osteoblastische Schicht vom Knochen getrennt sind und somit ein wesentlich anderes Verhalten zu den Schädelknochen zeigen als die Fibro-Elastica des Röhrenknochen.

Die Möglichkeit des Vorkommens vereinzelter elastischer Fasern auch in den Schädelknochen des Erwachsenen wird durch ein Orceinpräparat des ehemaligen Prosektors am hiesigen anatomischen Institut, Herrn Dr. K. W. Zimmermann wahrscheinlich gemacht, in welchem eine deutliche elastische Faser in einem Schnitte durch ein maceriertes und entkalktes, der Sammlung entnommenes Scheitelbein zu demonstrieren war.

Das Vorkommen elastischer Fasern im Periost der Röhrenknochen beim Neugeborenen und Erwachsenen sowie im Periost der Schädelknochen nur beim Erwachsenen erscheint höchst auffallend. Nur Hyrtl (a. a. O.) sucht diese Thatsache damit zu erklären, dass er neben der Festigkeit einen gewissen Grad von Biegsamkeit des Knochens annimmt, dem die elastischen Elemente der Beinhaut entsprechen sollen. Er sucht also die Anwesenheit elastischer Elemente im Periost aus der Elasticität des Knochens zu erklären. Heute wissen wir, dass elastisches Gewebe im Körper im wesentlichen nur da entsteht, wo Dehnungen oder abwechselnde Druck- und Zugwirkung von innen oder aussen auf ein Gewebe sich geltend machen. Wenn man auch für die Röhrenknochen zugeben muss, dass durch die Muskelbewegungen schon in utero Druck- und Zugwirkungen auf sie übertragen werden, zu denen im postem-

bryonalen Leben für viele auch noch die abwechselnde Belastung durch das Körpergewicht kommen kann, so gilt gleiches doch nicht für die Schädelknochen. Nach unseren Erfahrungen scheint das Auftreten elastischer Fasern in erster Linie bedingt zu sein durch die von Nachbarorganen (Muskeln, Bänder, Sehnen, Fascien) her auf die Beinhaut wirkenden Druck- und Zugkräfte.

Massgebend dafür scheint in erster Linie, dass sich in der Beinhaut der Schädelknochen nur beim Erwachsenen elastisches Gewebe findet, während es beim Neugeborenen fehlt. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diesen Befund in Zusammenhang bringt mit den erst im extrauterinen Leben sich geltend machenden Zugwirkungen des Musculus epicranius auf die Galea aponeurotica und durch diese auf das Periost; sehen wir doch beim Erwachsenen in der die Stelle eines Endostes vertretenden Dura das elastische Gewebe vollkommen fehlen oder nur durch ganz vereinzelte elastische Fasern vertreten.

Das Vorkommen elastischer Fasern im Knochen erscheint weniger auffällig, wenn man berücksichtigt, dass dieselben nur beim Erwachsenen und in der Regel nur im Röhrenknochen gefunden werden. Dadurch, dass die osteoblastische Schicht vollständig in der Fibro-Elastica aufging, tritt letztere in direkte Beziehung zum Knochen, und die auf sie wirkenden mechanischen Einflüsse von aussen her werden sich somit leicht auch auf die äussersten Schichten des Knochens, ja durch die Sharpeyschen Fasern und die Volkmannschen Kanäle auch auf tiefere Regionen desselben geltend machen und damit zur Bildung elastischer Fasern führen können.

Auffallend ist und bleibt freilich der von der Struktur des Knochens, namentlich in Bezug auf eine Lamellen, unabhängige Verlauf der elastischen Fasern und die eigentümlichen Schlängelungen und

Aufknäuelungen derselben an der Grenze von Fibro-Elastica und Knochen. In wie weit diese letzteren möglicherweise mit der Rückbildung der osteoblastischen Schicht in Zusammenhang zu bringen sind, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten, ebenso in wie weit möglicherweise elastische Fasern der Fibro-Elastica durch periostale Knochenbildung mit in den Knochen einbezogen werden können.

An den Deckknochen des Schädels vom Erwachsenen, wo die Fibro-Elastica noch durch eine dicke aus der osteoblastischen Schicht hervorgegangene Fibrosa von dem Knochen geschieden bleibt, auf welche ausserdem Druck- und Zugwirkungen von Nachbarorganen her (Sehnen, Bänder, Fascien) nicht einwirken, fehlen auch nach meinen Erfahrungen wenigstens durchweg die elastischen Fasern, deren äusserst seltenes und vereinzeltes Vorkommen als Ausnahme geradezu die Regel zu bestätigen scheint.

Die Ergebnisse vorstehender Arbeit lassen sich kurz in folgenden Punkten zusammenfassen.

1. Die Orceintinktion ist ein vorzügliches Mittel auch zum Nachweis und Darstellung elastischer Elemente in Periost und Knochen.

2. Das Periost verhält sich verschieden an den Knochen des Neugeborenen und Erwachsenen. Während man beim Neugeborenen namentlich an den Röhrenknochen deutlich eine gefäss- und nervenreiche Schicht unterscheiden kann, wird im Röhrenknochen des Erwachsenen die osteoblastische Schicht reduziert oder vollkommen in die Fibro-Elastica einbezogen. Das Periost der Schädelknochen beim Neugeborenen zeigt nur Andeutungen einer Adventitia, eine der elastischen Fasern entbehrende Fibrosa und eine an grossen Gefässen sehr reiche, sonst aber sehr dünne osteoblastische Schicht, die ebenfalls beim Erwachsenen unter mehr oder weniger starker Rückbildung der Osteoblasten in die Fibrosa einbezogen wird und in welcher jetzt

dicht unter der Adventitia auch elastische Elemente nachweisbar sind.

3. Die elastischen Elemente im Periost der Röhrenknochen bestehen aus parallel verlaufenden, die fibrösen Bündel umhüllenden, ziemlich gleich dicken elastischen Fasern, deren Gesamtheit etwa ein Drittel, oder bei Erwachsenen noch mehr, der ganzen Fibro-Elastica ausmacht.

4. In der Adventitia der Beinhaut von Röhrenknochen des Neugeborenen und Erwachsenen finden sich nur relativ spärliche elastische Elemente.

5. Die osteoblastische Schicht des Neugeborenen entbehrt derselben vollkommen.

6. Eine eigentliche Netzbildung elastischer Fasern ist weder im Periost der Röhrenknochen des Neugeborenen noch des Erwachsenen nachweisbar.

7. Ausser den elastischen Fasern finden sich noch eigentümliche elastische Membranen, die, wie es scheint, die fibrösen Bündel umhüllen und zickzackförmige, in Orcein sich intensiv färbende Querzeichnungen erkennen lassen.

8. Die elastischen Elemente, welche in der Beinhaut der Deckknochen des Schädels beim Erwachsenen auftreten, zeigen eine strohmattenartige Durchflechtung ihrer Faserbündel, im Gegensatz zu denen der Röhrenknochen, die vorwiegend parallel verlaufen.

9. Ein Teil der elastischen Elemente des Periostes wird demselben durch in das Periost einstrahlende Sehnen und Fascienbündel, freilich in sehr ungleicher Weise zugeführt.

10. Die elastischen Elemente der Röhrenknochen vom Erwachsenen entstammen in erster Linie sämtlich dem Periost. Eigene elastische Fasern besitzt der Knochen nicht.

11. Die Knochen des Neugeborenen enthalten keine Spur elastischer Fasern.

12. Die elastischen Fasern der Knochen verlaufen entweder mit Sharpeyschen Fasern oder in Volkmann schen Kanälen oder in der Adventitia von Blutgefässen; mit letzteren sind sie jedoch niemals weit verfolgbar. Sie verlaufen im Knochen ohne Rücksicht auf dessen lamelläre Struktur, besonders in den äusseren Schichten, bilden ganze Netze und sind niemals in Havers schen Kanälen weiter verfolgbar. Vielfach scheint ihr im Knochen gelegenes Ende einer Art Rückbildung zu unterliegen.

13. Das Auftreten elastischer Fasern im Periost erscheint als Konsequenz der von aussen her auf dasselbe einwirkenden mechanischen Einflüsse, viel weniger als eine Folge der Biegsamkeit des Knochens selbst.

14. In den Deckknochen des Schädeldaches fehlen der Regel nach elastische Elemente wie beim Neugeborenen so auch beim Erwachsenen.

Am Schlusse meiner Arbeit angelangt, drängt es mich, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Bonnet für die Überweisung des Themas, für seine gütige Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit sowie für die Anfertigung der Zeichnungen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Ich danke auch Herrn Dr. Henneberg, Prosektor am anatomischen Institut, für seine Anweisungen und Hilfe bei der Anfertigung der Präparate.

Litteraturverzeichnis.

1. Sharpey, Quains elements of anatomy. London 1856.
2. Müller, H., Über Sharpeys durchbohrende Fasern im Knochen. Würzburger naturw. Zeitschrift 1860.
3. Gegenbaur, Über Bildung des Knochengewebes. Jenaische Zeitschrift Bd. III, 1867, pag. 237 ff.
4. v. Ebner, Über den feineren Bau der Knochensubstanz. Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften, Math. naturw. Klasse, Bd. LXXII, II. Abt., pag. 101 ff.
5. v. Kölliker, Der feinere Bau des Knochengewebes. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. XLIV.

5a. v. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, V. u. VI. Aufl.

6. Rollet, Im Handbuch der Gewebelehre von Stricker 1871, pag. 84.
7. Schäfer, E. A., Notes on the structure and development of osseous tissue. Quaterly Journal of microsc. science, Vol. XVIII, 1873, pag. 132 ff.
8. Rénaut, Recherches anatomiques sur le tissue élastique des os. Archives de Physiologie normale et pathologique, Bd. II, II. Serie, 1875.
9. Stöhr, Lehrbuch der Histologie, VI. Aufl., 1894.
10. v. Langer-Toldt, Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie, 1893, pag. 20 f.
11. Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, IV. Aufl., 1890.
12. Rauber, Handbuch der Anatomie des Menschen, 1892, Bd. I, II. Abt.
13. Ranvier, Technisches Lehrbuch der Histologie, übersetzt ven Dr. Nicati und Dr. v. Wyss, 1888, pag. 298 ff.
14. Quains elements of anatomy edited by E. A. Schaefer and G. D. Thane vol. I, part. II, X. Edit., 1891, pag. 265.
15. Schäfer, E. A., Histologie, deutsch von W. Krause.
16. Rawitz, Grundris der Histologie, 1894, pag. 73.
17. Bannwarth, Histologie, 1894, pag. 24.
18. Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, XX. Aufl., 1889, pag. 240 f.
19. Schiefferdecker, P. und Kossel, A. Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers, 1891, I. Abt., pag. 311.

20. Klein, Histologie, deutsch von Kollmann, II. Aufl., 1890, pag. 59.
21. Toldt, Gewebelehre, II. Aufl., 1884.
22. Schenk, Grundriss der normalen Histologie, 1885, pag. 54.
23. Pansch, Grundriss der Anatomie, 1886.
24. Böhm und v. Davidoff, Histologie des Menschen, 1895.
25. Dr. Benda und Paula Günther, Histologischer Handatlas, 1895.
26. Hansen, F., Über Bildung und Rückbildung der elastischen Fasern. Virchows Arch., Bd. 137, 1894, Heft 1, pag. 142.
27. Unna, Monatshefte für praktische Dermatologie, Bd. XIX, 1894.
28. Strelzoff, Beiträge zur normalen Knochenbildung. Medizin. Centralblatt 1872, Nr. 29.
29. Ollier, Du perioste 1865; Traité de la régéneration des os. 2 Tomes 1867.
30. Martinotti, C., De la réaction des fibres élastiques. Archives italiennes de biologie, Tome XI, 1889, pag. 253 ff.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Vorlesungen

über die

Zelle und die einfachen Gewebe

des

thierischen Körpers.

Mit einem Anhang:

Technische Anleitung

zu

einfachen histologischen Untersuchungen.

Von

Dr. R. S. Bergh,

Dozent der Histologie und Embryologie an der Universität Kopenhagen.

Mit 138 Figuren im Texte.

Preis M. 7.—.

Als ein grosser Vorzug dieses Buches erscheint die vergleichend-histologische Betrachtungsweise; sie führt dazu, bei allen Gewebsformen das zur Funktion Wesentliche hervorzuheben und so zur physiologischen Betrachtung der Gewebe hinzuleiten. Ein weiterer Vorzug ist, dass der Verf. zwar blosse Hypothesen darzustellen möglichst vermeidet, aber auch die neuesten Beobachtungen und auf sie gegründete Anschauungen würdigt. Besonders tritt dies in dem Kapitel über das Nervengewebe hervor, in welchem nicht nur die Forschungen von Golgi, Ramón y Cajal, His, Kölliker, van Gehuchten die Grundlage der Darstellung bilden, sondern auch schon die Entdeckungen Lenhosséks und Retzius' über das Nervensystem des Regenwurms und über die Neuroglia dargestellt und durch Wiedergabe ihrer Zeichnungen erläutert werden.

Der Anhang zeichnet sich dadurch aus, dass er auf die Behandlung und Untersuchung mancher sonst weniger beachteter Objekte hinweist. Aber auch solchen wird das Buch sehr nützlich sein, die, nicht in der Lage selber die zahllosen neuen Arbeiten über tierische Histologie zu verfolgen, sich orientieren wollen über die neuen Anschauungen, welche in einigen Kapiteln sich von den vor nicht zu langer Zeit noch herrschenden sehr entfernt haben.

Biolog. Centralblatt.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Ergebnisse

der

Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Unter Mitwirkung von

Karl von Bardeleben, Jena; D. Barfurth, Dorpat; G. Born, Breslau; Th. Boveri, Würzburg; A. von Brunn, Rostock; J. Disse, Halle; C. Eberth, Halle a. S.; W. Flemming, Kiel; August Froriep, Tübingen; C. Golgi, Pavia; F. Hermann, Erlangen; F. von Hochstetter, Wien; G. von Kupffer, München; Henry F. Osborn, New-York; W. Roux, Innsbruck; J. Rückert, München; L. Stieda, Königsberg; Ph. Stöhr, Zürich; H. Strahl, Marburg; H. Strasser, Bern; C. Toldt, Wien; W. Waldeyer, Berlin; C. Weigert, Frankfurt; E. Zuckerkandl, Wien

herausgegeben von

Fr. Merkel in Göttingen. und **R. Bonnet** in Giessen.

I. Band: 1891. Preis: M. 25.—.
II. Band: 1892. Preis: M. 25.—.
III. Band: 1893. Preis: M. 20.—.

Ueber den ersten Band liegt u. a. folgende Besprechung vor:

. . . „In einem vortrefflich ausgestatteten Gross-Octav-Bande von 778 Seiten liegt uns ein neues literarisches Unternehmen auf dem Gebiete der Anatomie und Entwickelungsgeschichte vor, welches Jeder, der ein Interesse an diesen Wissenschaften und an ihrer weiteren Ausbildung hat, nur mit lebhafter Befriedigung begrüssen kann.

Das Werk, dessen Mitarbeiter sich sämmtlich an der Förderung der anatomischen Disciplinen in namhafter Weise betheiligt und dadurch sich das Recht der Kritik erworben haben, *will kein Jahresbericht im üblichen Stil sein; es will vielmehr versuchen, in zusammenfassender Weise die ein bestimmtes Gebiet berührenden Arbeiten der letzten Jahre vorzuführen, das Wesentliche aus ihnen hervorzuheben und kritisch zu besprechen und so den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse, sowie die gegen früher erreichten Fortschritte und die nächstliegenden Aufgaben der Zukunft zu markiren.* So soll die kaleidoskopische Weise der bisherigen Jahresberichte vermieden werden; an deren Stellen sollen übersichtliche, einheitliche Bilder treten, die uns eine bestimmte und klare Vorstellung von dem jeweiligen Stande der Dinge auf diesem oder jenem Gebiete geben.

Mit dieser Art der Darstellung wendet sich das Buch auch an einen grösseren Leserkreis. Aus den Jahresberichten, denen, wie Merkel im Vorworte sagt, keine Concurrenz gemacht werden soll, vermag nur der Fachmann — und dieser selbst nicht einmal in den ihm ferner liegenden Gebieten — das Werthvolle und Wichtige herauszulesen.

Die einzelnen Abhandlungen der *Merkel-Bonnet*'schen „Ergebnisse" werden auch *der Mehrzahl der Aerzte und der biologischen Naturforscher, welche nicht Anatomen und Embryologen vom Fache sind,* den dermaligen Stand unserer Wissenschaft klarlegen; dabei werden sie aber — dafür bürgen die Namen der Verfasser der Einzelberichte — auch dem Fachmanne hoch willkommen sein.

Ich schliesse mit dem Wunsche, dass die so treffliche Arbeit recht viele Leser finden möge; der Gewinn wird reichlich auf Seite der letzteren sein; aber auch das Interesse für unsere still arbeitenden anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Wissenschaften wird durch das Buch belebt und in immer weitere Kreise getragen werden."

Prof. W. Waldeyer
in der Berliner Klinischen Wochenschrift.